Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



# Optische Orientirung des Anorthits vom Vesuv

von

**F. Becke,**

w. M. k. Akad.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Mai 1899.)

C. Klein hat jüngst in einer in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie publicirten Abhandlung[1] unter Hinweis auf die mangelnde Übereinstimmung in den Angaben verschiedener Forscher über die Orientirung des Anorthits neue Beobachtungen an Anorthitkrystallen von der Somma publicirt. Dies veranlasste mich, einige nach ganz anderer Methode angestellte Messungen hervorzusuchen, welche ich schon im Jahre 1895 aus den gleichen Gründen angestellt hatte, und ich meine um so weniger mit der Publication derselben zurückhalten zu sollen, als Wiederholungen dieser Messungen mit neuem Material eine sehr gute Übereinstimmung mit den 1895 gewonnenen Resultaten erkennen liessen.

Auch bin ich der Meinung, dass verschiedene theoretische Probleme, welche insbesondere von französischen und russischen Forschern in Angriff genommen wurden, so lange keine einwurfsfreie Erledigung finden können, als bezüglich der wichtigsten Beobachtungsgrundlagen noch ein so hohes Maass von Unsicherheit herrscht, wie es durch die Publication C. Klein's neuerdings vor die Augen gestellt wird. Zur Behebung dieser Unsicherheit beizutragen, schien mir die Veröffentlichung meiner Messungen geeignet.

---

[1] Sitzungsber. der Berliner Akademie, 1899, XIX, 13. April.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



Die Beobachtungen bestanden in der Fixirung der im Gesichtsfelde des Mikrokonoskops auf Spaltblättchen nach *M* und *P* sichtbaren optischen Axe nach Azimut und Centraldistanz mittelst Camera lucida und gleichsinnig drehbaren Zeichentischchens, welche Methode der Beobachtung vor mehreren Jahren beschrieben[1] und seither von mir und meinen Schülern häufig angewendet wurde.

Diese Methode besteht, kurz wiederholt, darin, dass auf das Ende des Mikrokonoskops eine Camera lucida aufgesetzt wird, deren Spiegel unter 45° eingestellt ist. Genau senkrecht unter der Drehungsaxe des Spiegels befindet sich ein drehbares Zeichentischchen, das mit einer Theilung versehen ist. Der Beobachter sieht das Interferenzbild auf die Mitte des Zeichentischchens projicirt. Durch gleichsinnige Drehung von Object- und Zeichentisch können dem schwarzen, das Axenbild durchsetzenden Balken verschiedene Stellungen gegeben werden. Der Durchschnittspunkt der auf dem Zeichenblatte verzeichneten Balkenlagen entspricht dem Axenpunkt. Wird dieselbe Operation in einer um 180° verwendeten Stellung des Zeichentischchens wiederholt, so gibt die Entfernung der beiden Axenpunkte nach Multiplication mit der Constanten des Instrumentes den Winkelabstand von der optischen Axe des Instruments.

Durch eine Änderung in der Einstellung des Mikroskopes kann man im selben Gesichtsfelde die zur Messung des Azimutes erforderliche Kante *M*/*P* zu Gesicht bekommen, und die Richtung derselben auf dasselbe Zeichenblatt übertragen. Der Winkel, welchen die Verbindungslinie der beiden Axenpunkte mit der verzeichneten Kantenrichtung einschliesst, ist das Azimut.

Besondere Sorgfalt wurde darauf verwendet, die bei solchen Messungen möglichen Fehler zu vermeiden. Voraussetzung einer richtigen Messung sind:

1. Die Plattennormale muss mit der Drehungsaxe des Objecttisches zusammenfallen.

---

[1] Tschermak's mineralog. und petrograph. Mittheil., Bd. XIV, 563, 1895; Bd. XVI, 180, 1896.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



2. Die Drehungsaxe des Objecttisches muss mit der optischen Axe des Mikroskopes zusammenfallen.

3. Der Mittelpunkt des Spiegelbildes vom Zeichentisch muss mit der optischen Axe des Mikroskopes zusammenfallen.

4. Die Ebene des Zeichentisches muss auf der Mikroskopaxe senkrecht stehen.

Die Bedingung 4 braucht nur mit einer Annäherung erfüllt zu sein, welche zu erreichen keine Schwierigkeiten hat.

Zur Erfüllung von 1 wurde folgendes Verfahren angewendet: Es gelangten Objectträger zur Verwendung, welche nach Prüfung ziemlich genau planparallel waren, und es wurden die Spaltstücke so auf dem Objectträger befestigt, dass das von der zu untersuchenden Spaltfläche gelieferte Reflexbild einer Flamme mit dem vom Objectglas gelieferten zusammenfiel. Hiedurch wurde erreicht, dass die Normale der Spaltfläche senkrecht auf der Ebene des Objectträgers stand. Da ein weiterer Fehler noch bei der Auflagerung des Objectträgers auf den Objecttisch erfolgen kann, wurde nach jeder Beobachtungsreihe der Objectträger um 180° in seiner Ebene herumgedreht und die Beobachtungsreihe wiederholt.

Die Bedingung 2 ist wohl durch die Construction des Mikroskopes annähernd erfüllt; ein merklicher Fehler kann aber doch vorhanden sein; um ihn zu eliminiren ist es nur erforderlich, jede Beobachtung zweimal zu machen, in zwei um 180° verwendeten Stellungen des Objecttisches.

Die Bedingung 3 kann durch die Centrirschrauben des Zeichentisches mit hinlänglicher Genauigkeit erfüllt werden.

Die Beobachtungen ergaben unmittelbar das Azimut der Axe gegen die 0-Richtung, die Kante $M/P$ und die scheinbare Winkelentfernung der optischen Axe mit der Normalen der Spaltfläche in linearem Maasse. Um den wahren Winkel abzuleiten, ist die Kenntniss des Brechungsexponenten von Anorthit erforderlich. Es genügt aber schon eine beiläufige Kenntniss desselben zur Construction. Bei den Messungen wurde $\beta = 1{\cdot}58$ angenommen.

Die Messungen waren im Sommer 1895 in Prag mit einem Mikroskop von Fuess, Modell II, angestellt worden und hatten ergeben:

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



Position der Axe $B$ auf $P(001)$, Azimut $-16°$, Centraldistanz $20^1/_2°$.
Position der Axe $A$ auf $M(0\bar{1}0)$, Azimut $+ 5°40'$, Centraldistanz $27°$.

Gemessen wurden Spaltstücke von Anorthit der Somma von derselben Stufe, die ich im Jahre 1894 zur Ermittlung der optischen Axe $B$ des Anorthits verwendet hatte.[1]

Da die hienach bestimmten Positionen weder mit den älteren Angaben von Fouqué, v. Fedorow und Michel Lévy, noch mit den Angaben von Klein gut übereinstimmten, habe ich diese Messungen vor Kurzem mit Spaltblättchen von Anorthit vom Vesuv wiederholt, die bereits meinem Freunde Max Schuster zu seinen Untersuchungen gedient hatten; dieselben werden im mineralogisch-petrographischen Institute der Wiener Universität als eine kostbare Hinterlassenschaft aufbewahrt und wurden mir von Herrn Hofrath G. Tschermak gütigst zur Untersuchung anvertraut.

Die Wiederholung der Messungen ergab eine vorzügliche Übereinstimmung mit den Messungen von 1895, sowie mit den Messungen, welche ich 1894 an der Axe $B$ auf $P$ nach einer im Princip identischen, in der Ausführung verschiedenen Methode angestellt hatte:

| | Position der Axe $A$ auf $M(0\bar{1}0)$ | | Position der Axe $B$ auf $P(001)$ | |
|---|---|---|---|---|
| | Azimut | Centraldistanz | Azimut | Centraldistanz |
| 1894..... | — | — | $-17{\cdot}5°$ | $21{\cdot}2°$ |
| 1895..... | $+5{\cdot}7°$ | $27°$ | $-16$ | $20{\cdot}5$ |
| 1899..... | $+6{\cdot}5$ | $26{\cdot}5°$ | $-17{\cdot}5$ | $20{\cdot}2$ |
| | — | — | $-18{\cdot}9$ | $21$ |
| | — | — | $-18{\cdot}2$ | $20{\cdot}5$ |
| Mittel ... | $+6{\cdot}1°$ | $26^3/_4°$ | $-17{\cdot}6°$ | $20{\cdot}7°$ |

Aus diesen Messungen leiten sich folgende Positionswinkel für die optischen Axen $A$ und $B$ ab:

$$A \quad \begin{matrix} \varphi = -62{\cdot}2° \\ \lambda = +57{\cdot}9 \end{matrix} \qquad B \quad \begin{matrix} \varphi = -2{\cdot}6° \\ \lambda = -6{\cdot}2 \end{matrix}$$

[1] Tschermak's mineral. und petrograph. Mittheil., XIV, 424, 1894.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



Hieraus ergaben sich weiter auf graphischem Wege: Der Axenwinkel um die negative Mittellinie $\alpha$ $2V = 76 \cdot 3°$, die Auslöschungsschiefe auf $M = -38 \cdot 2°$ (gemessen $37 \cdot 6°$), auf $P = -40 \cdot 0°$ (gemessen $40 \cdot 1$). Ferner ergibt sich die Auslöschungsschiefe auf $e$ (021) zu $59 \cdot 8°$ in naher Übereinstimmung mit Klein's und Schuster's Beobachtungen; die Positionen der Mittellinien $\alpha$ und $\gamma$ (vergleiche die Tabelle und die Tafel, in welcher die hier ermittelten Positionen der Axen und Mittellinien durch volle Punkte eingetragen sind); endlich die $\alpha'$ entsprechenden Auslöschungsschiefen in Schnitten senkrecht zu den Mittellinien, und zwar senkrecht zu $\alpha = 31°$, senkrecht zu $\gamma = 55°$.

Wenn man aus Klein's Angaben[1] die Position der Axen und Mittellinien ableitet und in die Projection einträgt, wie auf der Tafel auf graphischem Wege geschehen ist, so zeigt sich eine recht gute Übereinstimmung in der Position der ersten Mittellinie $\alpha$, dagegen weichen die Positionen der Axen und der zweiten Mittellinie noch merklich ab.

Aus den Angaben Klein's würde folgen, dass die Axe $A$ noch etwas näher an die Normale von $M$(010) heranrückt als Axe $B$ an $P$(001). Dies ist bestimmt nicht richtig. Schon Schuster hat beobachtet und S. 213 seiner berühmten Arbeit ausdrücklich hervorgehoben, dass die Axe $B$ der Normalen von $P$ näher kommt als die Axe $A$ der Normalen von $M$. Ja, selbst das Maass dieses Unterschiedes hat er auf den Figuren $7a$ und $7b$, Taf. II ziemlich genau so dargestellt, wie es meine Messungen ergeben. Die Distanz des Axenpoles vom Mittelpunkte der Figur beträgt bei dem Bilde für $M$ $12^1/_2$ *mm*, für $P$ 11 *mm*. Diese Zahlen verhalten sich ziemlich genau wie $\sin 26° : \sin 23°$. (Nebenbei sei bemerkt, dass diese Figuren selbst das Azimut der Axen gegen die Orientirungsfiguren 1 und 2 nicht nur dem Sinne nach richtig, sondern auch beiläufig der Grösse nach entsprechend darstellen, ein neuer Beweis für die ausserordentliche Zuverlässigkeit der Beobachtungen von Max Schuster.)

M. Lévy's Diagramm, ebenso die Projectionen von Viola und v. Fedorow setzen dagegen Axe $A$ in zu grosse Ent-

[1] L. c. S. 358.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



fernung von Pol $M$, so dass in Konoskopen normaler Apertur die Axe ausserhalb des Gesichtsfeldes fiele.

Klein gibt an, dass die positive Mittellinie $\gamma$ auf $e(021)$ senkrecht stehe, und beruft sich auf Schuster, der allerdings an einer Stelle (S. 215) davon spricht, dass die positive Mittellinie geradezu senkrecht auf $e(021)$ austritt, weiterhin aber einschränkend sagt (S. 215, Mitte): »Dieselbe (die Axenebene) steht auf der Fläche $e$ nahezu oder genau senkrecht«.

Meine Beobachtung und die daranschliessende Construction versetzt $\gamma$ allerdings näher an $e$ als M. Lévy's und v. Fedorow's Diagramme, lässt aber zwischen $\gamma$ und $e$ noch immer einen Zwischenraum von circa 5°. Eine Divergenz von diesem Ausmaasse kann leicht übersehen werden, zumal Klein's Platten laut Angabe 1 *mm* dick waren. Bei solcher Dicke wird das schwarze Kreuz der Interferenzfigur ziemlich breit und verwaschen und erschwert eine scharfe Controle, ob der Mittelpunkt desselben mit dem Mittelpunkte des Gesichtsfeldes zusammenfällt. Eine wirksame Controle wäre da nur durch die Methode der Autocolimation möglich.

Abgesehen von diesen Abweichungen stimmen andere Punkte auffallend mit Klein's Beobachtungen. Vor Allem die Lage der Axe $B$ links von der Medianebene. Diese Situation hatten meine Messungen schon 1894 ergeben, und ich habe die Richtigkeit dieser Beobachtung später durch eine Art Differentialmethode erproben können,[1] indem ich die Position der Axe $B$ in Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz am Anorthit von Pesmeda ermittelte. Der von den optischen Axen $B$ eingeschlossene Winkel wurde zu $6^1/_2°$ gemessen. Dass dabei die Axe $B$ links von der Medianebene der Projection liegt, folgt aus dem Umstande, dass die Kreuzung der beiden ins Gesichtsfeld eingezeichneten Axenebenen in dem zwischen $B$ und der positiven Mittellinie $\gamma$ gelegenen Abschnitt erfolgt. Bei gesteinsbildenden Plagioklasen habe ich eine solche Lage der Axenebenen bisher nicht wahrgenommen, immer fand die Kreuzung in dem zwischen $B$ und $\alpha$ liegenden Abschnitte der

[1] Tschermak's Mineralogische und petrographische Mittheilungen, XIV, S. 565.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



Axenebene statt. Reine Anorthite scheinen darnach als Gesteinsgemengtheile sehr selten vorzukommen.

Übereinstimmung herrscht ferner betreffs der Auslöschungsrichtung auf $e(021)$, welche Klein in Übereinstimmung mit Schuster gleich $60^1/_2°$ fand, während die Construction aus den direct gefundenen Axenpositionen 59·8° gibt. Sehr nahe kommt ferner die Winkeldistanz meiner Axenpositionen (76·3°) dem von Klein ermittelten Werthe $2V = 76° 30'$.

Die angehängte Vergleichstabelle gibt die bis jetzt publicirten Orientirungen des Anorthits.[1] Sie sowohl, wie die Tafel, welche die in der Tabelle aufgeführten Daten graphisch veranschaulicht, lässt erkennen, dass weitere Beobachtungen nicht ganz überflüssig wären, ehe man daran geht, eine Theorie der optischen Eigenschaften isomorpher Mischungen aus dem Verhalten der Feldspathe zu prüfen.

Von besonderem Interesse wäre namentlich die Prüfung von Schliffen annähernd senkrecht zur Verticalaxe von Karlsbader Zwillingen des Anorthits vom Vesuv. Trotz eifrigen Suchens habe ich in den mir zugänglichen Sammlungen keinen finden können. Vielleicht geben diese Zeilen Anlass, dass ein Fachgenosse, der im Besitze eines solchen Krystalles ist, sich der erforderlichen Beobachtung unterzieht oder mir ihn zur Untersuchung überlässt. Ein solcher Zwilling würde mit noch grösserer Schärfe, als bisher zu erreichen war, die Position der Axe $B$ zu ermitteln erlauben.

Ich hege allerdings die Hoffnung, dass bei weiterer Prüfung sich herausstellen werde, dass die hier angegebenen Positionen der optischen Axen des Anorthits der Wahrheit näher kommen als die anderen Angaben, weil sie unmittelbarer gewonnen sind, und weil bei der von mir verwendeten Methode die Fehler vermieden werden können, die bei Herstellung von orientirten Schliffen schwer zu umgehen sind, indem die Beobachtungen

[1] Ausgelassen sind die Angaben von Viola, Zeitschr. für Kryst., XXX, 45, Fig 7, welche nicht auf eigenen Untersuchungen beruhen. Auch habe ich keinen Versuch gemacht, die Angaben von Fouqué für die Construction zu verwerthen, da dieselben sich vielfach widersprechen (vergl. Fedorow, Zeitschrift für Kryst., XXIX, 628).

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



an den von der Natur selbst dargebotenen Spaltflächen angestellt werden.

Die Tafel beansprucht nur jenes Maass von Genauigkeit, welches beim graphischen Verfahren erreicht werden kann, welches aber, wie eben der Anblick der Tafel lehrt, noch weit höher ist als dass Maass der Übereinstimmung in den Angaben verschiedener Forscher.

## Vergleichstabelle.

| | | *A* | *B* | *α* | *γ* | 2*V* | Bezeichnung in der Tafel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| v. Fedorow[1] | φ | −56° | 0° | −34° | +39° | 82·4° | $F_0$ |
| | λ | +70 | −61½ | +19 | −38·5 | | |
| v. Fedorow[2] | φ | −54 | 0 | −31 | +40 | 77° | $F_1$ |
| | λ | +62½ | −61½ | +19 | −39 | | |
| v. Fedorow[3] | φ | — | — | −35 | +44·5 | — | $F_2$ |
| | λ | — | — | + 9 | −39·5 | | |
| Michel Lévy[4] | φ | − 59 | +3 | −31·5 | +44 | 82° | *L* |
| | λ | +62½ | −7 | +15 | −37 | | |
| Klein[5] | φ | −67 | −2 | −36·8 | +46·8 | 76°30′ | *K* |
| | λ | +54 | −2·5 | +12·2 | −26 | | |
| Becke | φ | −63¼ | −2·6 | −36·6 | +43·3 | 76·3° | Volle Punkte |
| | λ | +57·9 | −6·2 | +12·5 | −33·0 | | |

Anmerkung während der Correctur. Die Beobachtungen C. Viola's in Rendiconti dell' Academia dei Lincei 1899 wurden mir bekannt, als die vorstehende Mittheilung bereits im Drucke war. Die wieder auf ganz anderem Wege ermittelten Axenpositionen Viola's stimmen bezüglich Axe *B* vollständig mit meiner Angabe. Axe *A* stimmt dagegen nicht gut.

---

[1] *A* und *B* nach Tschermak's Mineralog. und petrograph. Mitth., XII. 443, 1891, *α* und *γ* construirt.

[2] Nach Groth, Zeitschr. für Kryst., XXII, 251. 1894.

[3] *α* und *γ* nach Zeitschr. für Kryst., XXIX, Taf. XII, 1898.

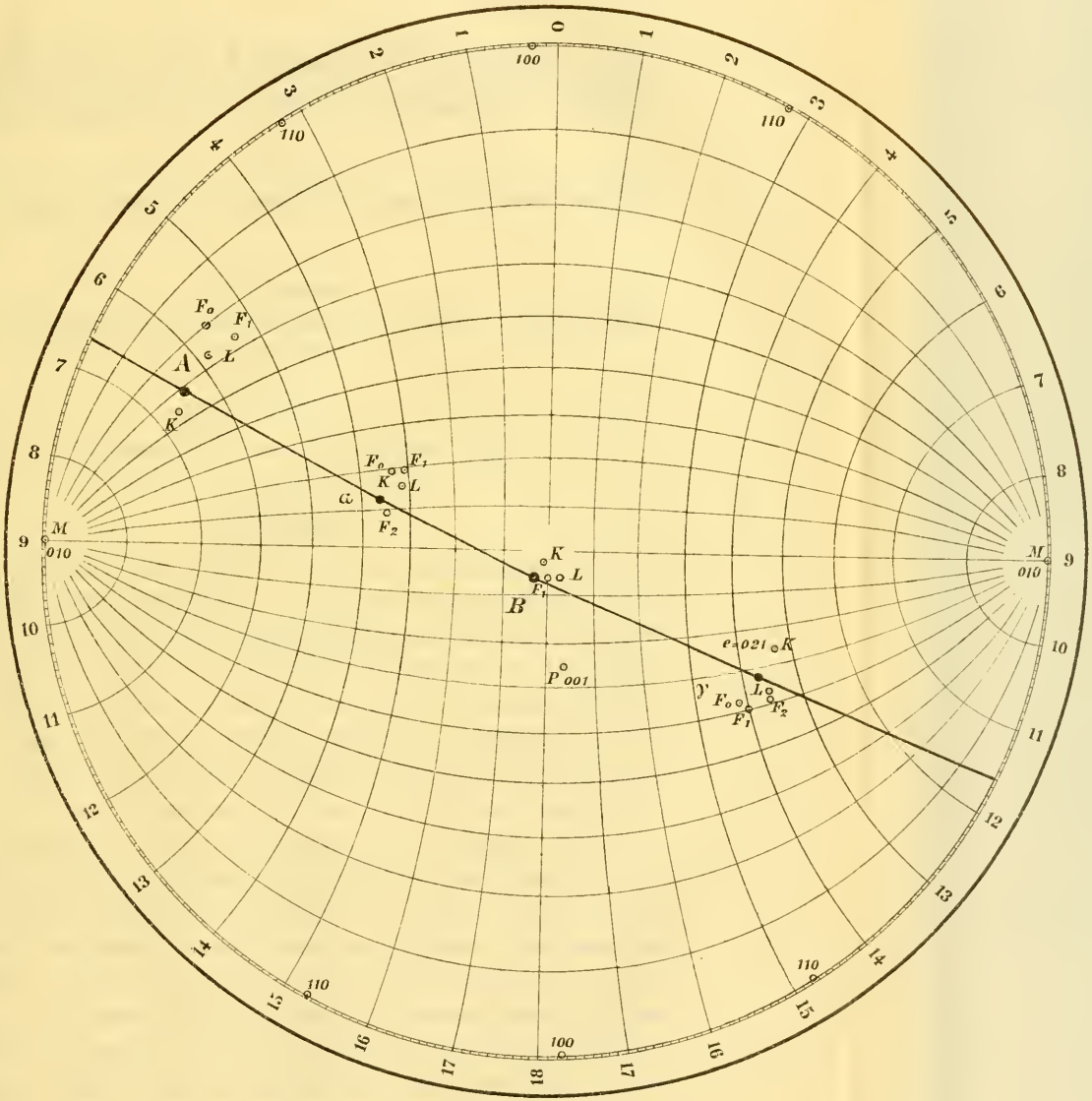
[4] Nach M. Lévy, Étude sur la détermination des Feldspaths. Paris 1894, Taf. VII.

[5] Nach Klein, l. c. Zur Construction von *A*, *B* und *α* wurde die Position von *γ*=*c* (021), die Auslöschungsschiefe von 60½° auf *c* und 2*V*=76° 30′ benützt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum






Autor del

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Classe, Bd. CVIII. Abth. IIa. 1899